Dendrochronologia, 11, 1993 (1994): 87-99

PAOLO CHERUBINI

Eidgenössische Technische Hochschule, Zürich

STUDIO DENDROECOLOGICO SU *PINUS PINEA* L. IN DUE DIFFERENTI STAZIONI SULLA COSTA MEDITERRANEA IN TOSCANA (ITALIA).

Key words: Dendroecology, *Pinus pinea* L., Tuscany, water table, pointer years.
Parole chiave: dendroecologia, *Pinus pinea* L., Toscana, falda acquifera, "anni caratteristici".

Abstract

*In order to investigate the ecological preferences and dendrochronological potentiality of Stone pine (*Pinus pinea L.*), simple visual analyses were carried out on 30 increment cores, 15 of which extracted from trees grown on a high dune and 15 from plants grown on a low dune. Precipitations play the most important role on tree - ring growth. Dry seasons were seen to play a negative influence on the growth of trees growing on the high dune but did not reduce the growth on the low dune. Ground water probably assures a better water availability to the trees growing on the low dune, which reach the water table with the whole root system. The Stone pine seems to be a dendroclimatological sensible species.*

1. Introduzione

1.1 *Caratteri bio-ecologici e selvicolturali*

Il Pino domestico (*Pinus pinea* L.), considerato originario della penisola iberica o di quella anatolica a seconda dei diversi Autori (CORTI 1969), è estesamente coltivato, sin dall'antichità (PLINIO GAIO SECONDO), nelle regioni mediterranee settentrionali. In Italia è diffuso principalmente sulle coste tirreniche, dalla Toscana alla Campania, sebbene vi siano pinete di una certa rilevanza anche su quelle adriatiche settentrionali e sulle isole.

La pianta adulta, con la tipica chioma espansa ad ombrello, rappresenta un elemento caratterizzante di numerosi paesaggi costieri mediterranei (PAVARI 1954; DALLIMORE, JACKSON 1966). Per quanto concerne la morfologia dell'apparato radicale, che a noi interessa in modo particolare, il Pino domestico ha evolutivamente sviluppato un sistema radicale estremamente articolato; esso è provvisto di un esteso apparato superficiale disposto su più piani a varie profondità, in modo da poter utilizzare più risorse idriche (acqua delle precipitazioni, del suolo, della falda) (HEURTEAUX ET ALII 1983); alcune ricerche hanno evidenziato come la scarsa profondità della falda contribuisca alla formazione, da parte del pino, di radici superficiali (CABANETTES, RAPP 1978; FRATTEGIANI ET ALII 1993).

Le caratteristiche ecologiche del Pino domestico sono ancora poco conosciute ed esistono tuttora numerosi problemi nel valutarne le esigenze e le preferenze. Nei trattati di botanica forestale (GELLINI 1973) viene considerata specie termofila, xerotollerante ed eliofila. Per quanto concerne il suolo, è ritenuta specie poco esigente: evita soltanto i terreni eccessivamente argillosi, calcarei ed acquitrinosi. La rapida crescita

nel periodo giovanile, l'alta chioma e la spessa corteccia, relativamente povera di resina rispetto agli altri pini mediterranei, proteggono il Pino domestico dal fuoco basso; il sottobosco, però, favorisce lo sviluppo di fuochi di chioma, che sono assai diffusi e pericolosi.

L'acqua costituisce il fattore più importante per l'accrescimento del Pino domestico. Le precipitazioni, attraverso l'azione esplicata sull'umidità del suolo, influenzano la produzione di strobili (POZZERA 1959), la germinazione del seme e la sopravvivenza e l'accrescimento dei semenzali (MASETTI, MENCUCCINI 1991).

Le pinete di Pino domestico, per la maggior parte di origine artificiale, sono delle formazioni forestali che abbisognano di cure di tipo particolare, di carattere quasi agrario (PAVARI 1954; GAMBI 1983). Il Pino domestico viene oggi, in Italia, principalmente apprezzato per il suo valore ornamentale e paesaggistico e per la produzione dei semi eduli. La gestione delle pinete riveste una notevole importanza nella selvicoltura mediterranea. Fino alla fine degli anni sessanta, essa è stata importante anche per la produzione di legname, per la protezione delle colture agrarie dai venti salati marini e per la stabilizzazione delle dune sabbiose mobili (DI BERENGER 1859-1863; BIONDI, RIGHINI 1910).

1.2 *Caratteristiche dendrocronologiche del* Pinus pinea *L.*

Anche se potenzialmente è una specie di notevole interesse dal punto di vista dendrocronologico e nonostante la disponibilità di abbondante materiale reperibile a questo fine, ad esempio, da navi antiche, da miniere e da costruzioni di vario tipo, fino ad ora sono stati condotti soltanto pochissimi studi di questo genere, a causa, da una parte, dello scarso interesse generale dimostrato per le specie mediterranee (CORONA 1986) e, dall'altra, del fatto che il pino, soprattutto in stazioni molto vicine al mare, forma falsi anelli, ostacolo alla costruzione di cronologie (LOISEL 1976; SCHWEINGRUBER 1992).

Nel 1949 il Buli, ispirandosi ai lavori del Douglass, condusse degli studi sull'accrescimento del *Pinus pinea* di un settore della costa nord-orientale italiana, volti all'individuazione di periodicità nell'attività solare (BULI 1949).

Studi dendrocronologici sull'ecologia del Pino domestico sono stati svolti da SERRE-BACHET (1982); da questi studi risulta che l'attività cambiale del *Pinus pinea* risente positivamente dell'influenza di un febbraio caratterizzato da temperature alte e scarse precipitazioni, di un aprile caldo ed umido e di un luglio non troppo caldo ma secco; le precipitazioni di luglio influenzerebbero negativamente l'accrescimento.

L'importanza dell'acqua e delle precipitazioni, sia di quelle che cadono durante la stagione vegetativa, sia di quelle cadute nel precedente inverno, che costituiscono la riserva idrica, è stata rimarcata da un recente lavoro francese (GADBIN ET ALII 1987).

Negli ultimi anni sono comparsi studi che rilevano una moderata sensibilità della specie alle variazioni climatiche (PEREZ-ANTELO, FERNANDEZ-CANCIO 1992) ed una correlazione significativa fra accrescimento radiale e precipitazioni di maggio, giugno e settembre (GADBIN 1992). Nell'ambito di un lavoro dendrocronologico condotto su varie specie provenienti da più zone italiane, vengono riportati alcuni dati relativi ad

uno studio condotto su Pino domestico in un'area molto vicina a quella da noi considerata (BIONDI 1992).

2. Scopi della ricerca

La ricerca è stata condotta per indagare circa le eventuali correlazioni esistenti fra clima ed accrescimento. Al fine di chiarire la possibile utilizzazione del Pino domestico quale specie capace di fornire risposte di carattere dendroclimatologico, è risultato opportuno determinare l'incidenza dei falsi anelli. Attraverso analisi dendrocronologiche effettuate su campioni prelevati da due popolamenti posti a pochi metri di distanza l'uno dall'altro, ma cresciuti su due dune di diversa altezza, e quindi ad una differente distanza dalla falda, abbiamo inoltre cercato di evidenziare il ruolo giocato, sull'accrescimento del pino, dall'acqua (precipitazioni e falda), che si suppone essere il fattore limitante. Abbiamo voluto, in particolare, accertare l'aiuto recato alle piante, nei periodi caldi e siccitosi, dalla falda, l'influenza esercitata dalla profondità di essa, e la possibilità di una azione inibitrice della crescita, esercitata dalla stessa in stagioni estremamente piovose, durante le quali si verificano bruschi innalzamenti del livello delle acque e temporanei allagamenti con conseguenti pericoli di asfissia radicale.

3. Materiali e metodi

3.1 *Caratteristiche delle stazioni*

L'area di studio è situata a Tombolo, nella pianura di Pisa, sulla costa occidentale toscana, a circa 2 chilometri dalla linea di costa, con coordinate 43° 40' N e 10° 16' E. L'altitudine varia tra 1 e 5 m s.l.m. I pini crescono sulla sommità di vecchie dune di origine marina, mentre nelle interdune, periodicamente sommerse durante la stagione invernale, si trova una vegetazione di tipo igrofilo.

Le due stazioni considerate differiscono fra di loro esclusivamente riguardo alla profondità della falda. Alcuni scavi da noi eseguiti hanno rivelato che la falda freatica è molto superficiale (si trova, d'inverno, circa al livello del mare). Rispetto ai pini che crescono sulla duna più alta (stazione A, posta a circa 4 m s.l.m.), quelli posti sulla duna più bassa (stazione B, posta a circa 1 m s.l.m.) risultano avvantaggiati, per quanto concerne il rifornimento idrico durante la stagione estiva, dalla loro maggiore vicinanza alla falda. Nelle stagioni più fresche la falda viene raggiunta dalle radici di entrambi i popolamenti; nei periodi di maggior siccità, presumiamo che il livello della falda si abbassi e che soltanto i pini posti sulla duna più bassa riescano ad usufruire di un aiuto da essa.

Il suolo è sabbioso, molto permeabile, con orizzonti superficiali soggetti a repentini disseccamenti per azione del sole. Il clima è di tipo caldo - temperato mediterraneo.

I soprassuoli considerati hanno circa 60 anni e derivano da semine "a postelle"; secondo questa tecnica, dopo una lavorazione del terreno, vengono disposti da tre a cinque semi in piccole buche. Dopo alcuni anni, si interviene con sfollamenti ed in seguito con diradamenti e potature, effettuati contemporaneamente ogni 5 o 6 anni. L'ultimo diradamento è stato effettuato nel 1976.

Nel sottobosco di pino si trovano *Quer-*

cus ilex L., *Erica scoparia* L., *Myrtus communis* L., *Pistacia lentiscus* L., *Rubus* sp., *Ruscus aculeatus* L. e *Cistus* sp. I semenzali di origine naturale di pino sono abbondanti ma muoiono molto presto a causa della insufficienza di luce sotto la copertura delle chiome degli alberi adulti.

3.2 *Dati climatici*

Nonostante la presenza di alcune stazioni meteorologiche di recente impianto più vicine, abbiamo preferito raccogliere i dati dalla stazione della Facoltà di Agraria dell'Università di Pisa (distante una decina di chilometri), al fine di avere, da una unica stazione, la più lunga serie continua di dati della zona. Sono stati raccolti, per il periodo 1936 - 1987, i dati relativi alle medie mensili delle temperature minime e massime giornaliere (°C), alle temperature medie mensili (°C) ed alle precipitazioni mensili (mm).

3.3 *Campioni di Pino domestico*

Il campionamento è stato effettuato nel dicembre 1992 ed è consistito nel prelievo di carote, con una trivella di Pressler, ad 1,30 m di altezza, da 30 piante, 15 delle quali cresciute su una duna bassa (popolamento B), e 15 su una più alta (popolamento A). I campioni sono sempre stati prelevati dalla parte dell'albero volta a sud, ovvero ortogonalmente alla direzione dei venti dominanti, per evitare il legno di compressione eventualmente presente.

Una volta estratti, i tasselli sono stati fissati su appositi supporti di legno, asciugati e levigati con una levigatrice a nastro.

3.4 *Analisi dendroecologiche*

I campioni sono stati oggetto di semplici analisi dendrocronologiche condotte ad occhio nudo o con l'ausilio di un microscopio binoculare. Dopo la datazione dei campioni e la loro sincronizzazione, durante la quale sono stati individuati i falsi anelli presenti, è stato rappresentato in un istogramma il primo anello leggibile di ogni campione. Sono stati quindi costruiti gli *skeleton plots* campione per campione, riportandovi gli "anelli caratteristici" e le "brusche riduzioni". Con gli "anelli caratteristici" è stato costruito il *master plot* per ognuna delle due tesi poste a confronto (A e B), al fine di individuare eventuali differenze negli "anni caratteristici" dei due popolamenti. Sono stati anche registrati e rappresentati graficamente gli anni di inizio delle "brusche variazioni" di accrescimento e, in un istogramma, il numero delle piante in fase di riduzione o di ripresa in ciascun anno (SCHWEINGRUBER 1989; SCHWEINGRUBER ET ALII 1990).

Quale tentativo di sintesi della condizione dendroecologica dei due popolamenti, sono stati disegnati, anno per anno, gli *ecological site plots*, rappresentanti l'andamento delle condizioni meteorologiche e la risposta fornita dalle piante (i risultati dei vari grafici ricavati dagli *skeleton plots*).

4. **Risultati e discussione**

Dall'analisi dei risultati emerge, innanzi tutto, che il Pino domestico, nelle stazioni studiate, forma soltanto raramente dei falsi anelli, facilmente individuabili comparando gli *skeleton plots* di un sufficiente numero di piante. Su 30 campioni studiati, sono stati riscontrati soltanto sei falsi anelli, di cui

quattro in un medesimo campione; questa circostanza ci induce a ritenere sporadica la formazione di falsi anelli.

Una volta sincronizzati gli *skeleton plots* e trovati gli "anni caratteristici", si è proceduto all'individuazione degli anni nei quali probabilmente sono stati effettuati i diradamenti. Da notizie ricavate tramite interviste si è conosciuto l'anno nel quale è stato effettuato l'ultimo diradamento (1976). Osservando i dati del *master plot*, è stata riscontrata una ripresa di accrescimento a partire dal 1977. Più precisamente, nei *master plots* di entrambi i popolamenti (A e B), sono stati riscontrati due "anni caratteristici" negativi (1975 e 1976), seguiti da tre "anni caratteristici" positivi (1977, 1978 e 1979). Esaminando i dati relativi agli anni precedenti, sono stati individuati altri andamenti anulari analoghi, che, non riuscendo a trovare spiegazione nell'andamento climatico, sono stati quindi considerati riprese di accrescimento successive a diradamenti effettuati nel passato (1965, 1971). In seguito, durante l'analisi dei *master plots* al fine di capire l'influenza esercitata dal clima sull'accrescimento, non sono stati dunque considerati questi "anni caratteristici".

Dai dati ottenuti risulta che la temperatura, di per sé, non esercita un'influenza importante sull'attività cambiale del pino. Non pare che esista alcuna correlazione fra andamento delle temperature registrate nel periodo vegetativo e accrescimento. In alcuni anni, infatti, temperature alte (cioè sopra la media del periodo considerato) sembrano determinare una significativa riduzione nella crescita, intuitivamente spiegabile come dovuta ad una accresciuta evaporazione e traspirazione. Viceversa, in altri anni, esse permettono una buona crescita. Probabilmente, temperature alte esplicano un'azione negativa sull'accrescimento del pino se associate a scarse precipitazioni, mentre possono influenzarlo positivamente nel caso che vi sia una buona disponibilità idrica.

Sono state osservate variazioni della densità del legno tardivo in coincidenza di stagioni autunnali ed invernali particolarmente calde (Fig. 1).

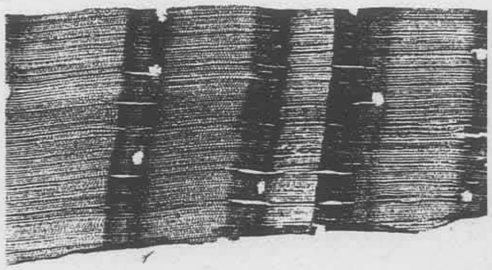


Fig. 1 - Sezione trasversale (40:1) di *Pinus pinea* L. Da notare il ben distinto legno tardivo e le variazioni di densità entro questo. In anni caratterizzati da una stagione invernale calda, la crescita è pressoché continua ed i limiti degli anelli risultano poco evidenti.

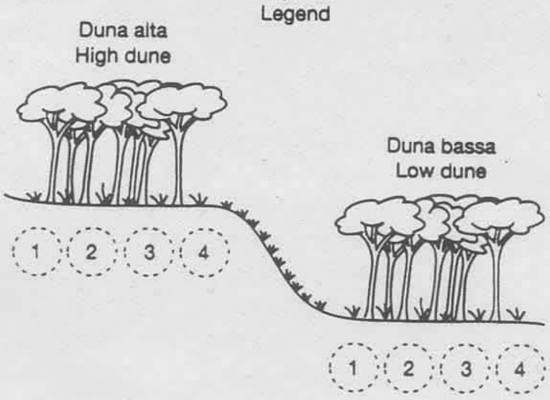
Fig. 1 - Cross-section (40:1) from Pinus pinea *L. Characteristic is the distinct latewood zone and the density variations in this zone. In years with warm winter growth is continuous and the ring boundary is not sharp.*

Per quanto concerne le temperature minime, è interessante notare che l'attività cambiale non ha assolutamente risentito dell'inverno 1984-1985, eccezionalmente rigido (13 giorni con temperatura minima minore di –2 °C, la temperatura minima assoluta di gennaio pari a –12,8 °C).

I dati ottenuti dimostrano che le precipitazioni costituiscono il più importante fattore che influenza l'accrescimento del pino.

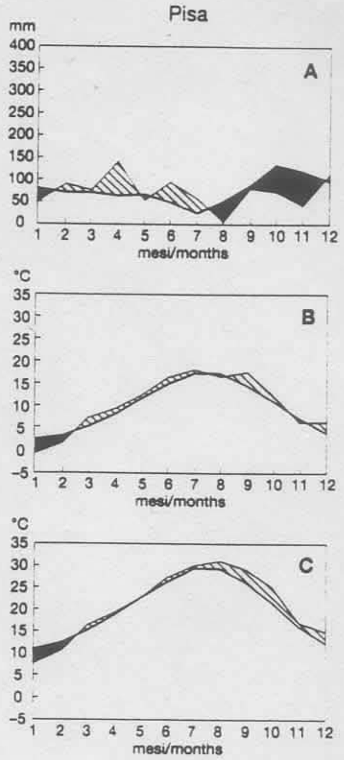
Scarse precipitazioni determinano un ac-

Legenda
Legend



1. Percentuale di alberi con anello caratteristico (ampiezza anulare)
   positivo ○ negativo ● (a.c.)
2. Percentuale di alberi con legno tardivo caratteristico
   positivo ○ negativo ● (l.t.)
3. Percentuale di alberi con inizio di brusca variazione
   ripresa ○ riduzione ● (i.b.v.)
4. Percentuale di alberi in brusca variazione
   ripresa ○ riduzione ● (b.v.)

1. Percent of trees with tree-ring width event year
   positive ○ negative ● (a.c.)
2. Percent of trees with latewood width event year
   positive ○ negative ● (l.t.)
3. Percent of trees with starting abrupt growth change
   recovery ○ reduction ● (i.b.v.)
4. Percent of trees in abrupt growth change period
   recovery ○ reduction ● (b.v.)

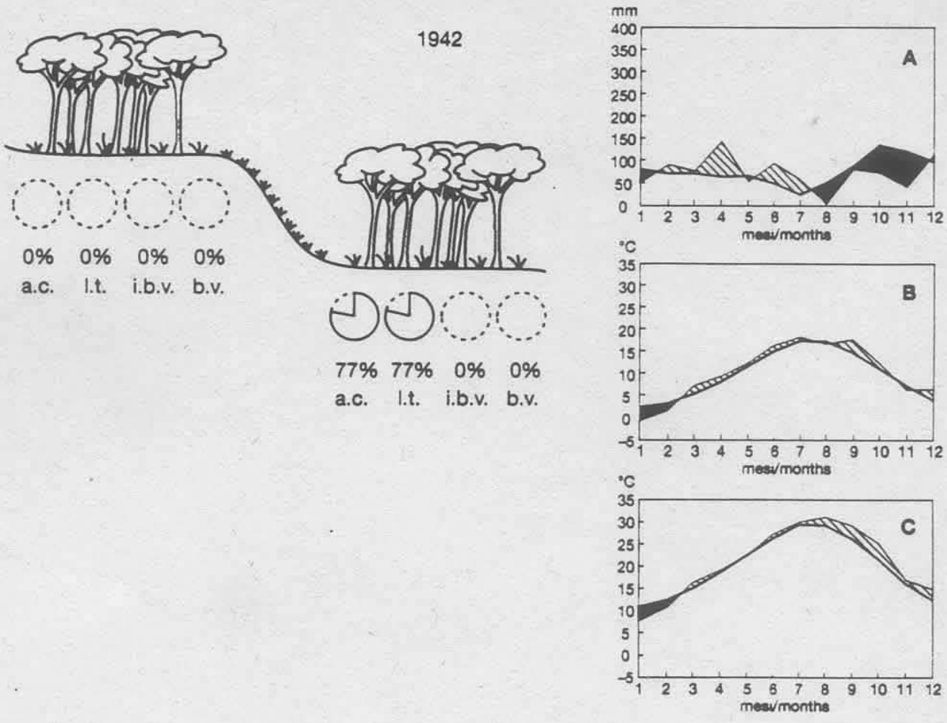


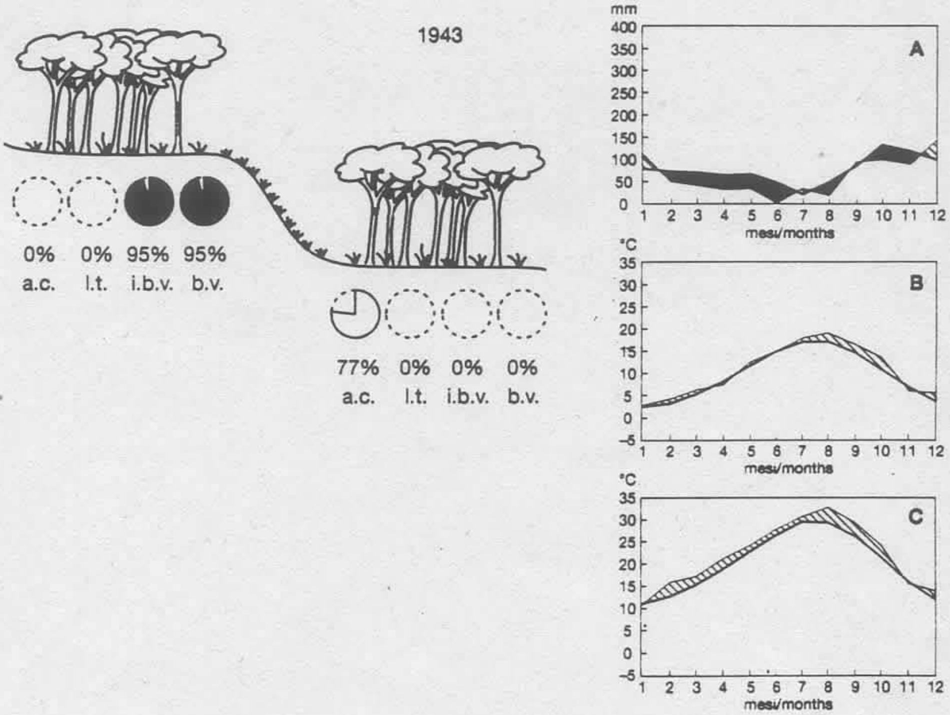
A: Precipitazioni
B: Temperature minime
C: Temperature massime

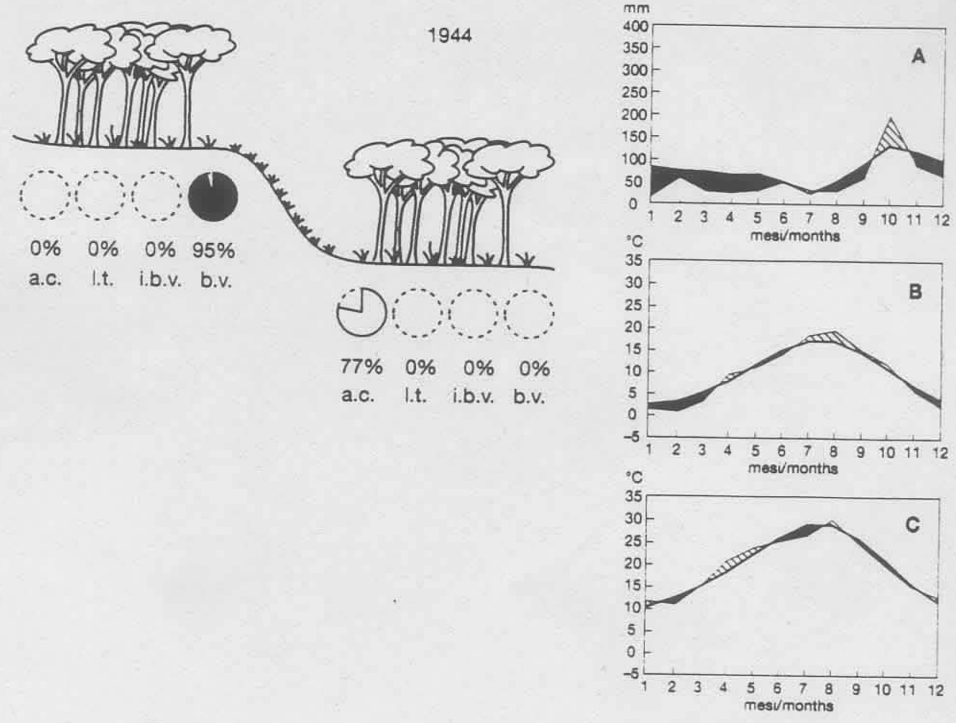
▧ Valori sopra la media (1936–1987)
■ Valori sotto la media (1936–1987)

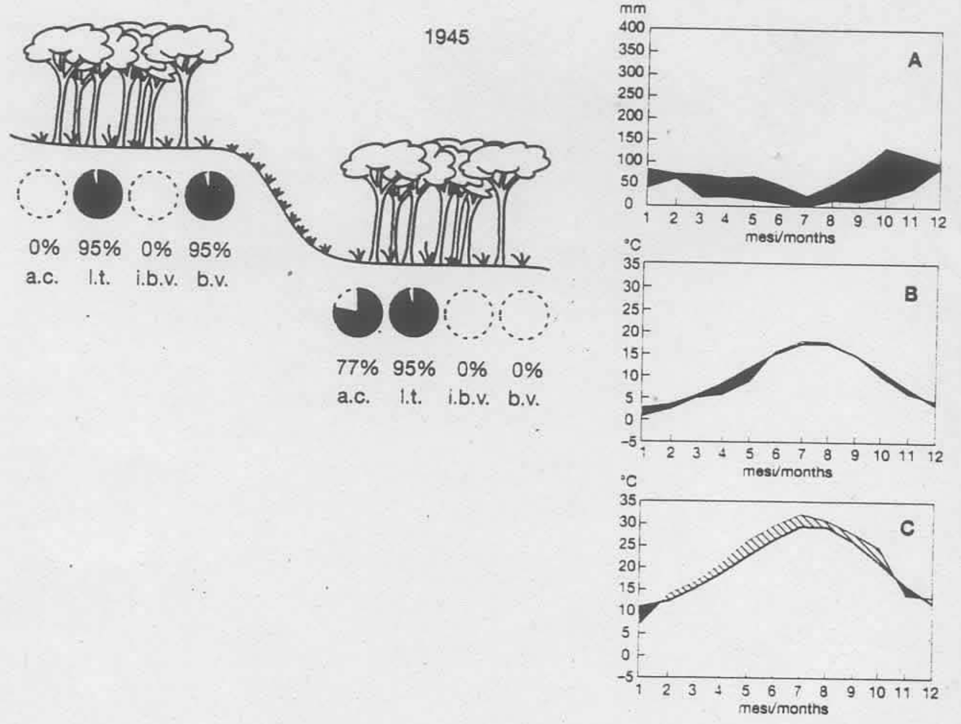
A: Precipitation
B: Minimal temperatures
C: Maximal temperatures

▧ Values over the mean (1936–1987)
■ Values below the mean (1936–1987)


1942
0% 0% 0% 0%
a.c. l.t. i.b.v. b.v.
77% 77% 0% 0%
a.c. l.t. i.b.v. b.v.
mm
A
B
C
°C
mesi/months


1943
0% 0% 95% 95%
a.c. l.t. i.b.v. b.v.
77% 0% 0% 0%
a.c. l.t. i.b.v. b.v.
mm
A
B
C
°C
mesi/months


1944
0% 0% 0% 95%
a.c. l.t. i.b.v. b.v.
77% 0% 0% 0%
a.c. l.t. i.b.v. b.v.
mm
A
mesi/months
°C
B
mesi/months
°C
C
mesi/months


1945
0% 95% 0% 95%
a.c. l.t. i.b.v. b.v.
77% 95% 0% 0%
a.c. l.t. i.b.v. b.v.
mm
A
mesi/months
°C
B
mesi/months
°C
C
mesi/months

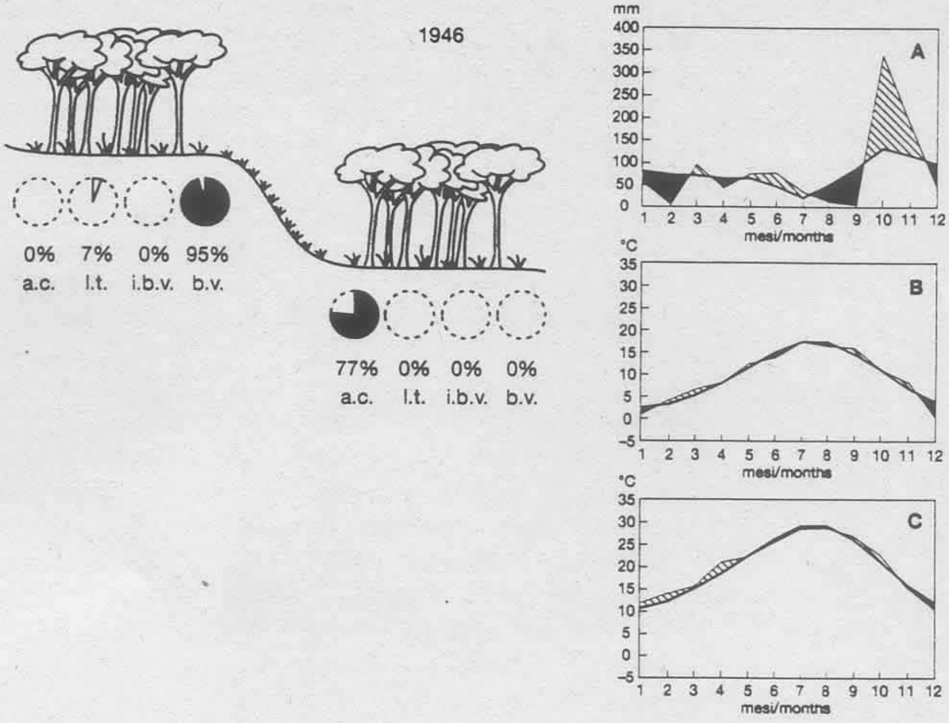


Fig. 2 - *Ecological site plots* per il periodo 1942-1946.
Fig. 2 - Ecological site plots *for the years 1942-1946.*

crescimento ridotto, soprattutto nel popolamento cresciuto sulla duna più alta; quest'ultimo, rispetto a quello della duna bassa, ha maggiori problemi di rifornimento idrico in quanto è più distante dalla falda. Questa considerazione viene dedotta dall'esame dei dati relativi al periodo 1943 - 1946, caratterizzato da una prolungata siccità. Temperature molto alte associate a scarsità di precipitazioni hanno determinato, nei pini della duna più alta, una significativa "brusca riduzione" dell'accrescimento nel periodo considerato, ed un legno tardivo del 1945 estremamente sottile. La crescita dei pini della duna più bassa, invece, non ha risentito della siccità del 1943 e del 1944; essi hanno, anzi, registrato buoni incrementi. Riteniamo che le temperature alte, poiché associate ad una buona disponibilità idrica (assicurata, fino al 1944, dalla falda), abbiano permesso una buona attività cambiale. Nel 1945 e nel 1946, essendosi probabilmente estremamente abbassata la falda ed avendo raggiunto profondità non più esplorabili dalle radici, anche i pini della duna bassa hanno risentito della scarsità di precipitazioni, producendo anelli sottili nel 1945 e nel 1946 ed un legno tardivo sottile nel 1945 (Fig. 2). Concordemente a quanto da noi rilevato nella duna bassa, anche a San Rossore (Pisa), sono stati rilevati "anni caratteristici" negativi nel 1945 e 1946 (BIONDI 1992).

Il ruolo giocato dalla falda sembra trovare conferma nel fatto che nel 1982 una spiccata siccità ha determinato una cattiva

crescita in entrambi i popolamenti; nel 1983, dopo le piogge invernali, vi è stata una ripresa nelle piante della duna più bassa, mentre è perdurato il periodo critico per quelle della duna più alta, che hanno beneficiato in minor misura dell'acqua accumulata nel suolo.

Abbondanti precipitazioni nei mesi di marzo ed aprile aiutano la crescita di entrambi i popolamenti (ad esempio nel 1961).

Pur tenendo conto del diradamento effettuato nel 1976 e del suo effetto sull'accrescimento, discusso da noi in precedenza, riteniamo importante notare come nel 1975 e nel 1976, anni caratterizzati da abbondanti precipitazioni e temperature piuttosto basse, il popolamento B, in modo molto più accentuato rispetto a quello A, abbia fatto registrare anelli estremamente sottili. Riteniamo che abbondanti precipitazioni, qualora superino una certa soglia, attraverso la formazione di acqua stagnante ed acquitrinosa, possano esplicare una influenza negativa sulla crescita delle piante della duna più bassa. Occorre però anche rilevare come le eccezionali piogge del 1966 non abbiano influenzato significativamente l'accrescimento dei pini.

5. Conclusioni

Sembra di poter concludere che il fattore limitante sia l'acqua. I popolamenti cresciuti sulle dune più alte risentono maggiormente, rispetto a quelli posti sulle dune più basse, delle oscillazioni della falda e dei periodi siccitosi. Soltanto i pini posti sulla duna più bassa, infatti, sembrano riuscire ad attingere acqua dalla falda nei periodi critici di deficienza idrica.

Tenuto presente che, nelle stazioni considerate, il Pino domestico forma soltanto sporadicamente falsi anelli, facilmente individuabili grazie all'analisi comparata di serie anulari di un sufficiente numero di campioni, riteniamo che il Pino domestico vada considerato quale specie utile a fini dendroclimatici. In base a quanto acquisito crediamo che, nel caso si intenda volgere l'attenzione alle precipitazioni, vada preferito il campionamento di piante cresciute su dune alte, più sensibili a eventuali variazioni.

Considerando che a Cecina (Livorno), circa a 50 km più a sud lungo la costa, sono stati osservati "anni caratteristici" negativi nel 1949, 1964, 1968 e 1987, "anni caratteristici" positivi nel 1950, 1961, 1979 e 1984, ed una brusca riduzione di accrescimento a partire dal 1942 fino alla fine del decennio (PIVIDORI, CHERUBINI 1988), ed osservando i dati acquisiti nel corso della presente indagine (gli "anni caratteristici" positivi del 1961 e del 1979 e la brusca riduzione del periodo 1942-'46), riteniamo possibile la costruzione di una breve cronologia regionale per il Pino domestico della costa toscana, basata su alcuni anni significativi (1961, 1964 e 1979) e sulla brusca riduzione del periodo 1942-1946.

Il lavoro è stato svolto, nell'ambito dell'attività di Uditore dell'Eidgenössische Technische Hochschule di Zurigo (CH), presso l'Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL), di Birmensdorf (CH). Ringraziamo in modo particolare il Prof. Dr. Fritz Hans Schweingruber, del WSL, per il prezioso aiuto teorico e pratico prestato, il Sig. Domenico Ciomei ed il Dr. Andrea Peruzzi dell'Università di Pisa (I), che

hanno facilitato la raccolta dei dati climatici e storici, il Sig. Padruot Nogler (WSL) per l'elaborazione dei dati climatici, la Sig.ra Doris Pichler (WSL) per la parte grafica ed il Prof. Pietro Piussi ed il Dr. Fabio Salbitano, entrambi dell'Università di Firenze (I), per la revisione critica del testo.

BIBLIOGRAFIA

BIONDI F., 1992. Four tree-ring chronologies for the Italian peninsula, in "Tree rings and environment". Proceedings of the International Dendrochronological Symposium, Ystad, Sweden, 3-9 September 1990. *Lundqua Report*, 34: 41-44.

BIONDI L., RIGHINI E., 1910. Il Pino da pinoli. Hoepli, Milano.

BULI U., 1949. Ricerche climatiche sulle pinete di Ravenna. Mareggiani, Bologna: 1-77.

CABANETTES A., RAPP M., 1978. Biomasse, minèralomasse et productivité d'un écosystème à Pins pignons (*Pinus pinea* L.) du littoral méditerranéen. *Oecologia Plantarum*, 13, 3: 271-286.

CORONA E., 1986. La dendrocronologia nella caratterizzazione dell'ambiente mediterraneo. Atti del colloquio "Approcci metodologici per la definizione dell'ambiente fisico e biologico mediterraneo". Lecce 18-19 novembre 1986, S.B.I. – CRONGEAS, Edizioni Orantes.

CORTI R., 1969. Sull'indigenato del *Pinus pinea* L. in Italia. *Arch. Bot.*, 45: 235-239.

DALLIMORE W., JACKSON A., 1966. A handbook of Coniferae and Ginkgoaceae, 4a ediz.. W. Clowes and Sons, London and Beccles.

DI BERENGER A., 1859-1863. Studii di Archeologia forestale. Longo, Treviso e Venezia.

FRATTEGIANI M., MERCURIO M., MENCUCCINI M., PROFILI W., 1993. Quantitative analysis of Stone pine (*Pinus pinea* L.) root systems morphology and its relationship with water table and soil characters. "Mountain silviculture in central Spain", Meeting IUFRO S.1.05-14, S.1.05-08, Valsain, Spain, 27-29/91, 1993.

GADBIN C., GUIOT J., SERRE-BACHET F., TESSIER L., 1987. Croissance radiale de quelques résineux et feuillus en réponse aux précipitations mensuelles en milieu méditerranéen. Vth International Conference on Mediterranean - Climate Ecosystems "Time-scales of water stress response of mediterranean biota", Montpellier.

GADBIN C., 1992. Influence of data and calibration processing response function: the example of *Pinus pinea* L., in "Tree rings and environment", Proceedings of the International Dendrochronological Symposium, Ystad, Sweden, 3-9 September 1990, *Lundqua Report*, 34: 109-111.

GAMBI G., 1983. Le pinete di Pino domestico. *Monti e boschi*, 34: 29-38.

GELLINI R., 1973. Botanica forestale, Ed. CLUSF, Firenze: 140-143

GUIBAL F., 1992. Comparative analysis of three Mediterranean pine series: *Pinus halepensis* Mill., *Pinus pinea* L., *Pinus mesogeensis* Fieschi et Gaussen, in "Tree rings and environment". Proceedings of the International Dendrochronological Symposium, Ystad, Sweden, 3-9 September 1990, *Lundqua Report*, 34: 132-136.

HEURTEAUX P., IBRAHIM M., RAPP M., 1983. Recherches sur la dynamique de la nappe aquifère d'une dune à Pins pignons (*Pinus pinea* L.) en Petite Camargue. *Ecologia Mediterranea*, 9, 2: 59-75.

LOISEL R., 1976. Place et rôle des espèces du genre Pinus dans la vegetation du Sud-Est Méditerranéen Français. *Ecologia Mediterranea*, 2, 1: 131-152.

MASETTI C., MENCUCCINI M., 1991. Régénération naturelle du pin pignon (*Pinus pinea* L.) dans la Pineta Granducale di Alberese (Parco Naturale della Maremma, Toscana, Italie). *Ecologia Mediterranea*, 17: 103-118.

PAVARI A., 1954. Il Pino domestico, *Annali Acc. It. Sc. For.*, 5: 301-331.

PEREZ-ANTELO A., FERNANDEZ-CANCIO A., 1992. A dendrochronology of Pinus Pinea in Central Spain, in "Tree rings and environment". Proceedings of the International Dendrochronological Symposium, Ystad, Sweden, 3-9 September 1990, *Lundqua Report*, 34: 254- 255.

PIVIDORI M., CHERUBINI P., 1988. Analisi degli anelli annuali per valutare l'eventuale influenza della scuotitura meccanica degli strobili sull'accrescimento diametrico di popolazioni di *Pinus pinea* L., *Quaderni dell'Istituto di Assestamento e Tecnologia Forestale*, 3: 55- 64

PLINIO GAIO SECONDO, ediz. 1984. Storia naturale, libri XII-XIX, Einaudi, Torino.

POZZERA G., 1959. Rapporti fra produzione di strobili in *Pinus pinea* L. ed andamento climatico stagionale, *Italia Forestale e Montana*, 14,5: 196-206.

SCHWEINGRUBER F.H., 1988. Tree rings: basics and applications of dendrochronology, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.

SCHWEINGRUBER F.H., 1989. Dendroecological information in pointer years and abrupt growth changes, in "Methods of dendrochronology, applications in the environmental sciences" (eds. E. R. Cook and L.A. Kairiukstis), Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.

SCHWEINGRUBER F.H., ECKSTEIN D., SERRE-BACHET F., BRÄKER O.U., 1990. Identification, presentation and interpretation of event years and pointer years in dendrochronology, *Dendrochronologia*, 8: 9-38.

SCHWEINGRUBER F.H., 1992. Baum und Holz in der Dendrochronologie, 2. Auflage, Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, Birmensdorf.

SERRE-BACHET F., 1982. Analyse dendroclimatologique comparée de quatre espèces de pins et du chene pubescent dans la region de la Gardiole près Rians (Var, France), *Ecologia Mediterranea*, 8, 3: 167-183.

RIASSUNTO

Studio dendroecologico su Pinus pinea *L. in due differenti stazione sulla costa mediterranea in Toscana (Italia)*

Su un campione di 30 piante di Pino domestico (*Pinus pinea* L.), delle quali 15 cresciute su una duna bassa, posta a circa 1 m s.l.m., e 15 su una più alta, a circa 4 m s.l.m., sono state effettuate semplici analisi dendrocronologiche, volte alla comprensione delle preferenze ecologiche della specie e della sua potenzialità da un punto di vista dendrocronologico. La raccolta dei dati climatici dell'area considerata e la costruzione di *skeleton plots* relativi ai campioni esaminati hanno consentito l'individuazione dei rari falsi anelli presenti, la datazione dei diradamenti ed alcune considerazioni riguardo all'ecologia della specie. Le precipitazioni rappresentano il principale fattore dal quale dipende l'accrescimento del Pino domestico. In particolare, i periodi siccitosi influenzano negativamente l'accrescimento delle piante cresciute sulla duna alta mentre non determinano riduzioni d'accrescimento nei pini posti sulla duna bassa. L'acqua della falda, probabilmente, assicura una buona disponibilità idrica, nei periodi di siccità, soltanto alle piante cresciute sulla duna bassa. Il Pino domestico è da considerarsi una specie utilizzabile da un punto di vista dendroclimatico.

SUMMARY

Dendroecological study on Pinus pinea *L. of two different sites near the Mediterranean shore in Tuscany (Italy)*

In order to investigate the ecological preferences and dendrochronological potentiality of Stone pine (*Pinus pinea* L.), simple dendrochronological analyses were carried out on 30 increment cores, 15 of which extracted from trees grown on a low dune (about 1 m a.s.l.) and 15 from plants grown on a high dune (about 4 m a.s.l.). The collection of climatical data and the *skeleton plot* analysis allowed us to distinguish the rare false rings, to date thinnings and to give some considerations about the ecology of the species. Precipitations play the most important role on tree - ring growth. Dry seasons were seen to play a negative influence on the growth of trees growing on the high dune but did not reduce the growth on the low dune. Ground water probably assures a better water availability only to the trees growing on the low dune. The Stone pine seems to be a dendroclimatological sensible species.

ZUSAMMENFASSUNG

Dendroökologische Untersuchung an Pinus pinea *L. von zwei Standorten an der mediterranen Küste in der Toskana (Italien).*

Anhand von 30 Bohrkernen von 30 Schirmpinien (*Pinus pinea* L.) aus hohen und niedrigen Dünen an der Küste wurden die wesentlichen Wachstumseigenschaften visuell erfasst und in Beziehung zu klimatischen Faktoren gebracht. Niederschläge beeinflussen das Wachstum am stärksten. In trockenen Jahren wird das Wachstum an hohen Dünenstandorten reduziert, nicht jedoch auf den niedrigen Dünen, auf welchen die Bäume Kontakt mit dem Grundwasser haben. Schirmpinien sind somit für dendroklimatologische Studien geeignet.

RÉSUMÉ

Etude dendroécologique de Pinus pinea *sur deux stations de la côte méditerranéenne en Toscane (Italie).*

Les cernes caractéristiques de 30 carottes prélevées sur 30 Pins pignons (*Pinus pinea* L.) provenant de dunes côtières hautes et basses ont été identifiés visuellement. Leur mise en relation avec les facteurs climatiques montre que la croissance est particulièrement affectée par les précipitations. Pendant les années sèches, la croissance est réduite chez les arbres provenant de dunes hautes, mais non chez ceux provenant de dunes basses, et qui sont alimentés par la nappe d'eau souterraine. Il ressort donc que le Pin pignon se prête favorablement aux études dendroclimatologiques.

Indirizzo dell'Autore:

Paolo Cherubini
Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL)
Zürcherstrasse 111
CH - 8903 Birmensdorf